

Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Doce, Goiás, Brasil

Leandro Ferreira da Silva¹, Marcos Vinícius de Melo Oliveira¹ & Daniel Noe Coaguila Nuñez¹

¹ Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil

Correspondência: Leandro Ferreira da Silva, Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil. E-mail: leandroagrogoias@gmail.com

Recebido: Dezembro 18, 2023

Aceito: Fevereiro 03, 2023

Publicado: Maio 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i5.309

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i5.309>

Resumo

A bacia hidrográfica é muito importante para elaborar um plano do ambiente que estão os grandes fatores sociais e naturais. Objetivou-se realizar uma análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Doce. A metodologia utilizada foram índices destinados para tal fim. Ela compõe-se de várias unidades onde todos os procedimentos hidrológicos que se distingue o ciclo total da água. Nesse sentido, as qualidades físicas das bacias devem modular a amplitude desses processos e casos hidrológicos que provocam prejuízos, assim como enchentes, e ainda definir toda a disponibilidade hídrica da grande bacia. A bacia hidrográfica do Rio Doce apresenta-se com degradação e com casos de inundações, e muitos recursos hídricos. Dessa maneira, foi concretizada uma análise morfométrica das sub-bacias fundamental do Rio Doce. Conclui-se com a parte principal da caracterização hidrográfica da bacia do Rio Doce, mostrando a importância dela mesma.

Palavras-chave: gerenciamento, planejamento hídrico, Topodata, QGIS.

Morphometric analysis of Doce River watershed, Goiás, Brazil

Abstract

The watershed is very important to draw up a plan of the environment that are the major social and natural factors. This course conclusion work aimed to carry out a morphometric analysis of the Doce River watershed. The methodology used was indexes intended for this purpose. It consists of several units where all the hydrological procedures that distinguish the total water cycle. In this sense, the physical qualities of the basins must modulate the amplitude of these hydrological processes and cases that cause damage, as well as floods, and define the entire water availability of the large basin. The Doce River hydrographic basin presents degradation and cases of floods, and many water resources. Thus, a morphometric analysis of the fundamental sub-basins of the Rio Doce was carried out. It concludes with the main part of the hydrographic characterization of the Doce River basin, showing its importance.

Keywords: management, water planning, Topodata, QGIS.

1. Introdução

A água doce é fenômeno eficaz ao consumo humano, a organização de suas atividades agrônomicas e industriais e nos ecossistemas das surgidas. Os fundamentais elementos da bacia hidrográfica são a água, fauna, solo e vegetação (Rebouças, 2006).

Nesse trabalho, a característica morfométrica compõe importante papel para o plano ambiental e dos recursos hídricos, apresentando como identificadores catalogados a maneira, de adaptação estrutural e a influência em meio a toda rede de canais fluviais de ampla uma bacia hidrográfica (Christofoletti, 1999). Essa análise morfométrica deve ser determinada como análise quantitativa das semelhanças dentre a fisiografia da bacia e a sua própria dinâmica eficaz, já que, os parâmetros morfométricos são amplos indicantes da competência de escoamento superficial hidrológica (Nunes et al., 2006).

A bacia hidrográfica é recorte territorial, importante no planejamento do ambiente, na qual interagem fatores naturais e sociais que orientam a ideia de ambiente onde aspectos bióticos e abióticos, se envolvem numa teia de

relações (Machado et al., 2011). Pode ser considerada como sistema geomorfológico aberto, recebendo energia de agentes climáticos e perdendo-a através do deflúvio. O sistema aberto pode ser descrito em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e encontra-se em equilíbrio dinâmico (Lima et al., 2000; Lima, 2008), quando não perturbada por intervenção antrópica.

A análise da morfometria da bacia hidrográfica do Rio Doce nos mostra algumas das qualidades corretas para o estabelecimento de água na bacia no decorrer do ano, mas assim o seu próprio estado de degradação é exibido por falta de algumas matas ciliares, pequeno amparo do solo, obstrução, modificando as qualidades naturais do papel de armazenamento e regulação do fluxo de água. Diante do exposto, objetivou-se realizar análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Doce, Estado de Goiás, Brasil.

2. Material e Métodos

2.1 A caracterização da área

No Brasil na região Sudoeste do Estado de Goiás encontra-se nele o município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil, (Figura 1) dentre a essas coordenadas 17° 15' 58" S; 51° 41' 43" W; e 18° 09' 38" S; 50° 21' 49" W; com área territorial geral de 8.379,659 km² e tendo 247.259 habitantes que residem nessa cidade com uma ampla densidade demográfica dos 21 moradores por km².



Figura 1. Mapa de localização do município de Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil. Fonte: Adaptado de Moraes et al. (2016).

O município de Rio Verde, GO faz-se uma ampla parte com a bacia hidrográfica do Rio Paranaíba que se tem um entender relacionado ao Distrito Federal e ao Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e aos Estados de Goiás. Conforme Rocha et al. (2014), tem-se no município duas amplas estações climáticas, assim como a seca que começa no mês de maio e vai até outubro. A chuvosa inicia-se no mês de novembro até em abril.

Durante o ano existe temperatura média que varia entre 20 °C e 35 °C. Nessa região, mostra-se excelente fisionomia do cerrado, com desenvoltura de savânicas e do cerradão (Inmet, 2015).

Já os Latossolos Vermelhos e o Latossolos Vermelho-Amarelos, são dominantes na região da cidade de Rio Verde Goiás. Agora no relevo do mesmo predominam os declives até 3%, sendo distribuído em toda a expansão do território, fazendo-se a soma de 45,5% que é da sua área, com a medida de 450 e 750 m² de altura (Acqua et al., 2013).

2.2 Delimitação da bacia hidrográfica

No presente estudo foi seguida a metodologia utilizada por Coaguila (2017) para a delimitação da bacia hidrográfica do Rio Doce, através do programa QGIS utilizando a ferramenta r.watershed nativa do GRASS no processamento de dados obtidos das cartas do Topodata (<http://www.dsr.inep.br/topodata/>).

O modelo digital de elevação utilizado no presente estudo foi o Topodata, em que os dados originais do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRMT) foram interpolados para refinamento no tamanho de pixel de 90 m para 30 m, além de inclusão de informação nos pontos vazios (Valeriano; Rossetti, 2012). Foram utilizadas as cartas

18S525ZN, 18S51_ZN e 17S525ZN, as quais foram sobrepostas com a ferramenta de criação de mosaico (mesclar) nativa do QGIS (Figura 2).

Figura 2. Cartas do Topodata utilizadas na caracterização da bacia em estudo. Paleta de cores apenas ilustrativa para diferenciar as três cartas.



Fonte: Topodata (<http://www.dsr.inep.br/topodata/>).

A ferramenta utilizada, no QGIS (versão 3.16.6-Hannover), foi a *r.watershed* que nativamente vem do GRASS e foi incorporada ao QGIS. A ferramenta *r.watershed* obtém semi-automaticamente a direção de fluxo, acumulação de fluxo, stream link e a watershed, para o ponto de drenagem designado; utilizando como entrada o modelo digital de elevação do Topodata.

2.3 A morfometria da bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica do Rio Doce, foi classificada como unidade mediana em relação às grandes bacias do nosso país, pela sua área e perímetro, possibilitando o controle dos fatores hidrológicos que ali interferem (Tonello et al., 2006; Teodoro et al., 2007).

2.3.1 Área

É toda a área drenada pelo sistema pluvial em meios aos seus divisores topográficos e projetada em plano horizontal (Tonello, 2005).

2.3.2 Perímetro

O perímetro é o comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (Tonello, 2005).

2.3.3 Coeficiente de compacidade

O coeficiente de compacidade relaciona a forma da bacia com um círculo, constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. O valor calculado é independente da área considerada, dependendo apenas da forma da bacia (Tonello et al., 2006) e é adimensional e calculada como a seguir (Teodoro et al., 2007):

$$Kc = 0,28 P / \sqrt{A}$$

Onde: em que, Kc é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro e A é a área de drenagem.

2.3.4 Fator de forma

O fator de forma relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão), podendo ser influenciada pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. O fator de forma pode ser descrito pela seguinte equação (Teodoro et al., 2007):

$$Kf = A/L^2$$

Onde: em que, Kf é o fator de forma (adimensional), A é a área de drenagem e L é o comprimento do eixo da

bacia (comprimento do canal principal).

2.3.5 Índice de circularidade

O índice de circularidade é a medida que a bacia se aproxima da forma circular sendo baixa a medida que a forma se torna alongada (Cardoso, 2006):

$$IC = 12,57 A/P^2$$

Onde: em que, IC é o índice de circularidade (adimensional).

2.4 Índice de sinuosidade

Este índice expressa a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre dois pontos extremos do canal principal. Relaciona o comprimento verdadeiro do canal com a distância vetorial entre os dois extremos do canal principal (Pinto; Rossete, 2005):

$$Is = L/dv$$

Onde: em quem, Is é o índice de sinuosidade e dv é a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

2.4.1 Densidade de drenagem

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia hidrográfica (Teodoro et al., 2007):

$$Dd = Lt/A$$

Onde: em que, Dd é a densidade de drenagem e Lt é o comprimento total dos rios ou canais.

2.4.2 Características do relevo

A declividade relaciona-se com o a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. Por outro lado, a variação da altitude associa-se com a precipitação, evaporação e transpiração, conseqüentemente sobre o deflúvio médio. Sendo assim a amplitude altimétrica, a variação entre a altura máxima e a mínima (Teodoro et al., 2007).

3. Resultados e Discussão

A ampla análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Doce, localizada em Rio Verde estão apresentadas na (Figura 3 e nas Tabelas 1, 2 e 3), a seguir.

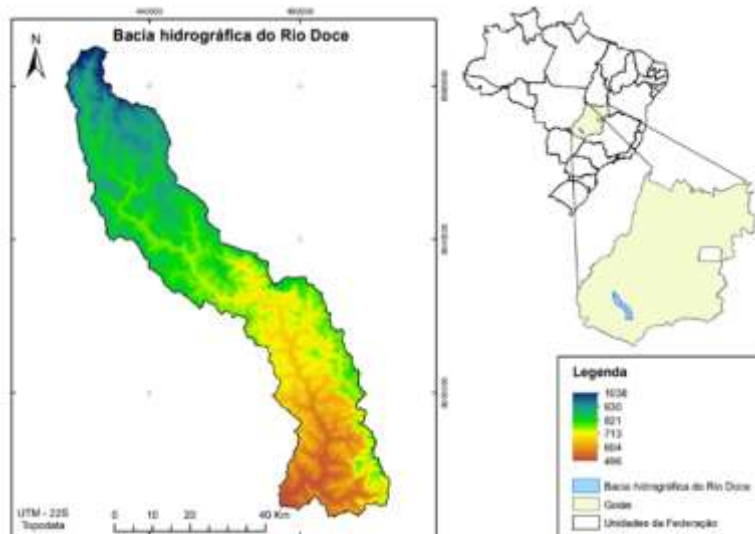


Figura 3. Mapa da bacia hidrográfica do Rio Doce, município de Rio Verde, Goiás, Brasil, 2022. Fonte: Modificado do Ibge e Topodata.

Conforme os dados estimados pelo Ibge (2010), a ampla área territorial do cidade é de 8.388,295 km², assim como o município possui 247.259 habitantes, com extensa massa volumar demográfica de 21 hab\km⁻².

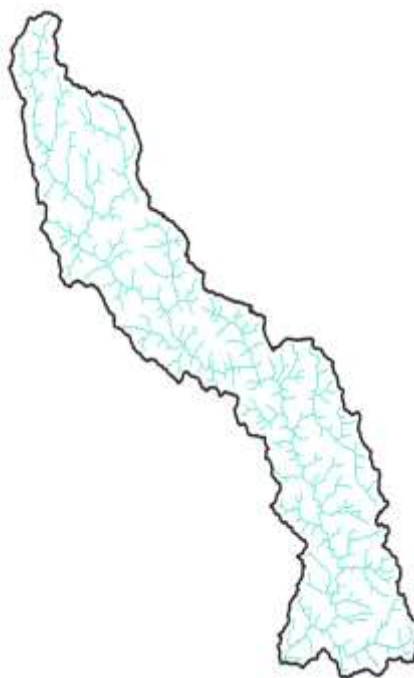


Figura 4. Rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Doce, município de Rio Verde, Goiás, Brasil. Fonte: Autores, 2022.

A bacia hidrográfica do Rio Doce tem-se algumas características morfométricas assim como todos os tipos de análise e unidades, envolvendo várias características geométricas (Tabela 1).

Tabela 1. Características geométricas da bacia hidrográfica da bacia do Rio Doce, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Características Morfométricas	Tipo de Análise	Unidades	Bacia hidrográfica Rio Doce
	Área total	km ²	2774,11
	Perímetro total	Km	619,59
	Coefficiente de Compacidade	-	3,29
Características Geométricas	Fator de forma	-	0,0826
	Índice de circularidade	-	0,0908
	Índice de sinuosidade	-	(dv = 127,80 km) 1,43
	Padrão de drenagem	-	Dendrítico

Fonte: Autores, 2022.

A bacia hidrográfica em estudo tem grande tempo de concentração de água da chuva pelo fato de o coeficiente de compacidade ser 3,29 e de seu fator de forma exibir valor baixo 0,0826, sugerindo que a bacia possui formato semelhante a de circunferência, correspondendo a uma bacia alongada, podendo ser comprovado pelo índice de circularidade, cujo valor é de 0,0908. Com índice de sinuosidade de 1,43 indicando que o canal principal tende a ser transicional entre sinuoso e retilíneo ou meandrante de baixa sinuosidade (Antoneli; Thomaz, 2007; Santos; Morais, 2012).

É realmente na bacia hidrográfica do Rio Doce encontramos dois índices o primeiro é chamado de índice de circularidade com 0,0908 é o segundo de índice de sinuosidade 1,43 é um padrão de drenagem conhecido como (Dendrítico).

Tabela 2. Características do relevo da bacia hidrográfica da bacia do Rio Doce, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Características Morfométricas	Tipo de Análise	Unidades	Bacia hidrográfica Rio Doce
	Orientação	-	SE - E
	Declividade mínima	%	0,0000
	Declividade média	%	4,9858
Características do relevo	Declividade máxima	%	67,1736
	Altitude mínima	M	496,0770
	Altitude média	M	790,1507
	Altitude máxima	M	1038,4499
	Amplitude altimétrica	M	542,3729

Fonte: Autores, 2022.

As características do relevo com sua orientação (SE-E), juntamente com as suas três declividades: a declividade mínima é de (0,000%), a declividade média com 4,9858%, é a declividade máxima é de 67,1736%. A declividade da bacia hidrográfica é relevante no planejamento e possui importante papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo. A ausência de cobertura vegetal, classe de solo e intensidade de chuvas, conduzirá à maior rapidez de escoamento, menor abundância de água armazenada no solo e resultará em enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação. Assim, a magnitude dos picos de enchentes ou a menor oportunidade de infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento bem superficial, que está fortemente relacionado com o relevo (Tonello et al., 2006; Antoneli; Thomaz, 2007).

É sendo que nela existe também três altitudes; altitude mínima de (496,0770 m), altitude média é de 790,1507 m, é a altitude máxima é de (1038,4499 m) e com longa amplitude altimétrica de 542,3729. Essas altitudes são muito importantes para caracterizar a influência da quantidade de radiação que a bacia recebe e, conseqüentemente na evapotranspiração e precipitação (Castro; Lopes, 2001). Com isso, a bacia receberá maior radiação, sofrendo evaporação e tendo um índice mais elevado de precipitação.

Já nas características da rede de drenagem, com o seu comprimento do curso de água principal é de 183,31 km, e o comprimento total dos cursos de água com sua kilometragem de 421,18, envolvendo uma densidade de drenagem de 0,1518 km km² é a ordem do córrego principal sendo a quarta ordem.

Os resultados alcançados e as discussões possibilitam esclarecer qualquer dúvida que tiver em relação a bacia hidrográfica do rio Doce. Estimulando-se pouco com a descrição do mapa do próprio município, onde essa bacia se encontra localizada.

Essas tabelas mostram as medidas da bacia do Rio Doce e as suas características que nela existem. Fazendo-se as distribuições de cada uma separada. Por exemplo na Tabela 1 está as características geométricas, na Tabela 2 as características do relevo e na Tabela 3 as características de rede de drenagem.

Tabela 3. Características da rede de drenagem da bacia hidrográfica da bacia do Rio Doce, município de Rio Verde, Goiás, Brasil.

Características Morfométricas	Tipo de Análise	Unidades	Bacia hidrográfica Rio Doce
	Comprimento do curso de água principal	Km	183,31
Características da rede de drenagem	Comprimento total dos cursos de água	Km	421,18
	Densidade de drenagem	Km/km ²	0,1518
	Ordem do córrego Principal	-	4°

Fonte: Autores, 2022.

4. Conclusões

A análise morfométrica hidrográfica da bacia do Rio Doce, demonstra condições apropriadas para a enchente na bacia, sendo que o seu presente estado de degradação representado pela falta de pequena conservação do próprio solo, modificando-se todas as condições naturais do papel de armazenamento e regulação do fluxo de água.

5. Agradecimentos

Ao Centro Universitário do Sudoeste Goiano, UniBRAS, Rio Verde, Goiás, Brasil.

6. Contribuições dos autores

Leandro Ferreira da Silva: delineamento do estudo, análise geográfica, escrita do manuscrito, correções. *Marcos Vinícius de Melo Oliveira:* delineamento do estudo, análise geográfica, escrita do manuscrito, correções. *Daniel Noe Coaguila Nuñez:* orientador, escrita e correções gramaticais e científicas, publicação.

7. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

8. Aprovação ética

Não aplicável.

9. Referências

- Acqua, N. H. D., Silva, G. P.; Benites, V. M., Assis, R. L., & Simon, G. A. (2013). Métodos de amostragem de solos em áreas sob plantio direto no sudoeste goiano, Campina Grande, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(2), 117-122. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n2/v17n02a01>
- Antoneli, V., & Thomaz, E. L. (2007). Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guamiranga-PR. *Caminhos de Geografia*, 8(21), 46-58. <https://doi.org/10.14393/RCG82115570>
- Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B., & Martins, S. V. (2006). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, 30(2), 241-248. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>
- Castro, P., & Lopes, J. D. S. (2001). *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa: CPT.
- Coaguila, D. N. (2017). *Determinação da evapotranspiração com aplicação do algoritmo SAFER em imagens LANDSAT na escala de microbacia*. Tese de Doutorado em Agronomia pela Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.
- Christofolletti, A. (1999). *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher.
- Ibge. (2015). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico*. Brasília: IBGE.
- Inmet. (2015). Instituto Nacional de Meteorologia. Dados climáticos da Estação de Rio Verde: serie histórica de 1961 a 2015. Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: Acesso em: 24 ago. 2015.
- Lima, W. P. (2008). *Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. 2. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- Lima, W. P., & Zakia, M. J. B. (2000). Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R. R., Leitão, H. F. (Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2. ed. São Paulo: EDUSP.
- Machado, A. T. M., Vieira, D. C., Procópio, J. C., & Polignano, M. V. (2011). (Ed). *Bacia hidrográfica como instrumento pedagógico para a transversalidade*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy.
- Morais, W. A., Saleh, B. B., Alves, W. S., & Aquino, D. S. (2016). Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. *Caderno de Saúde Coletiva*, 24(3), 361-367. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462X201600030143>
- Nunes, F. G., Ribeiro, N. C., & Fiori, A. P. (2006). Propriedades morfométricas e aspectos físicos da bacia hidrográfica do rio Atuba: Curitiba-Paraná. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6, Goiânia. Anais... Goiânia: SBGEO, p. 01-10. http://paginapessoal.utfpr.edu.br/fandrade/teaching/files/artigo_rio_atuba.pdf
- Pinto, O. B. J., & Rossete, A. N. (2005). Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cachoeira, MT-Brasil. *Geoambiente On-line*, 4, 38-53. <https://doi.org/10.5216/rev.%20geoambie.v0i4.25872>
- Rebouças, A. C. (2006). Água doce no mundo e no Brasil. In: Rebouças, A. C., Braga, B., & Tundisi, J. G. (Org.). *Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora e Distribuição de Livros.
- Rocha, E., Reys, P., Silva, P. O., & Soares, M. P. (2014). Florística e Fitossociologia em um fragmento de cerrado no sudoeste de Goiás. *Revista Global Science and Technology*, 7(3), 110-118.
- Santos, D. A. R., & Moraes, F. (2012). Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da região de Lagoa da Confusão - TO. *Revista Geonorte*, 3(4), 617-629. <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1975>
- Teodoro, V. L., Teixeira, D., Costa, D. J. L., & Fuller, B. B. (2007). O conceito de Bacia Hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, 20, 137-156. <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2007.v11i1.236>
- Tonello, K. C. (2005). *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG*. Tese de Doutorado em Ciências Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Tonello, K. C., Dias, H. C. T., Souza, A. L., Ribeiro, C. A. A. S., & Leite, F. P. (2006). Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. *Revista Árvore*, 30(5), 849-857.

<https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000500019>

Topodata (2022). (<http://www.dsr.inep.br/topodata/>).

Valeriano, M. M., & Rossetti, D. F. (2012). Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. *Applied Geography*, 32(2), 300-309. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.05.004>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).